

Anales del Jardín Botánico de Madrid 75 (2): e076

ISSN: 0211-1322

Copyright: © 2018 CSIC. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-Non Commercial (by-nc) Spain 4.0 License.

<https://doi.org/10.3989/ajbm.2465>

[anales@rjb.csic.es](mailto:anales@rjb.csic.es), <http://rjb.revistas.csic.es/index.php/rjb>

# Catálogo de los líquenes saxícolas (*Ascomycota*) del área arqueológica de Siega Verde (Salamanca, España)

Graciela Paz-Bermúdez<sup>1,\*</sup>, Regina Carballal<sup>2</sup>, Joana Marques<sup>3</sup> & María Eugenia López de Silanes<sup>4</sup>

<sup>1,4</sup>Universidade de Vigo, Escola de Enxeñaría Forestal, Departamento ERNMA, A Xunqueira s.n., 36005 Pontevedra, España.

<sup>2</sup>Universidade de Santiago, Facultade de Bioloxía, Campus Vida, 15782 Santiago de Compostela, España.

<sup>3</sup>CIBIO, Centro de Investigación em Biodiversidade e Recursos Genéticos, Campus Agrário de Vairão, 4485-661 Vairão, Portugal.

\* Author for correspondence: [graciela@uvigo.es](mailto:graciela@uvigo.es), <https://orcid.org/0000-0003-3724-8483>

<sup>2</sup>[mregina.carballal@usc.es](mailto:mregina.carballal@usc.es), <https://orcid.org/0000-0001-9675-1498>

<sup>3</sup>[joanamarques@cibio.up.pt](mailto:joanamarques@cibio.up.pt), <https://orcid.org/0000-0003-3702-9782>

<sup>4</sup>[esilanes@uvigo.es](mailto:esilanes@uvigo.es), <https://orcid.org/0000-0001-5265-7459>

**Resumen.** Se presentan aquí los resultados parciales de un proyecto de investigación en el que se han estudiado la biodiversidad líquénica y los procesos de biodeterioro en los que están englobados los líquenes de dos yacimientos arqueológicos, Siega Verde —España— y Foz-Côa —Portugal—, declarados Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO. En este artículo se exponen los resultados florísticos correspondientes al área de Siega Verde —Salamanca—. En total, se han identificado 97 táxones líquénicos y dos hongos liquenícolas. Se destaca la presencia de *Peltula lobata* J.Marques & al., *Cyphelium lecideinum* (Nyl.) Trevis., *Variospora cancarixitica* (Nav.-Ros. & al.) Arup & al. y del hongo liquenícola *Llimoniella phaeophysciae* Diederich & al. Se han observado algunas diferencias en la composición florística de esta área y la vecina de Foz-Côa, atribuibles a la eutrofización de Siega Verde.

**Palabras clave.** Esquistos, hongos liquenícolas, hongos liquenizados, Patrimonio de la Humanidad.

**Abstract.** We here present the partial results of a research project focusing on the lichen diversity and lichen-induced biodeterioration processes in two archaeological places—Siega Verde, Spain, and Foz-Côa, Portugal, both declared World Heritage sites by the UNESCO—. In this article the floristic results corresponding to the area of Siega Verde—Salamanca—are presented. In total, 97 taxa of lichens and two lichenicolous fungi have been identified. The presence of *Peltula lobata* J.Marques & al., *Cyphelium lecideinum* (Nyl.) Trevis., *Variospora cancarixitica* (Nav.-Ros. & al.) Arup & al., and the lichenicolous fungus *Llimoniella phaeophysciae* Diederich & al. is particularly relevant. Some differences have been observed between the floristic composition of this area and that of the neighbor of Foz-Côa, attributable to the eutrophication of Siega Verde.

**Keywords.** Lichenized fungi, lichenicolous fungi, schists, World Heritage site.

Paz-Bermúdez G., Carballal R., Marques, J. & López de Silanes M.E. 2018. Catálogo de los líquenes saxícolas (*Ascomycota*) del área arqueológica de Siega Verde (Salamanca, España). *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 75 (2): e076. <https://doi.org/10.3989/ajbm.2465>

Título en inglés: Catalogue of saxicolous lichens (*Ascomycota*) of the archaeological area of Siega Verde (Salamanca, Spain).

Recibido: 20–XII–2016; aceptado: 8–XII–2017; publicado en línea: 27–XII–2018; Associate Editor: I. Martínez.

## INTRODUCCIÓN

En el proyecto de investigación titulado “Líquenes saxícolas en 2 lugares declarados patrimonio de la humanidad por la UNESCO (Foz-Côa y Siega Verde) Biodiversidad y primera valoración de su papel en el biodeterioro”, se abordó el estudio de los líquenes saxícolas —*Ascomycota* Whittaker— presentes en estas dos importantes zonas arqueológicas, portuguesa y española respectivamente, con la finalidad de conocer la biodiversidad líquénica y los procesos de biodeterioro en los que están implicados los líquenes, así como evaluar distintas técnicas de limpieza —biocidas y láser—. Para ello, en una primera fase se estudió la biodiversidad líquénica y, sobre esta base, se eligieron distintas especies con las que se trabajó en la parte de biodeterioro.

Ambas áreas de estudio en conjunto fueron declaradas Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO, el enclave portugués en el año 1998 —conocido como Parque Arqueológico de Vila Nova de Foz-Côa— y el español en 2010, y se consideran extensiones la una de la otra. Esta declaración se fundamentó en la importancia del arte paleolítico rupestre allí presente: miles de grabados realizados hace varios milenios —22000–8000 a. de C.— que hacen que ambas en conjunto estén consideradas como la formación de arte paleolítico al aire libre más importante de la península ibérica y una de las más importantes del mundo (fig. 1).

Las únicas publicaciones acerca de los líquenes saxícolas de la provincia de Salamanca son la de García-Rowe & Sáiz-Jiménez (1991) y la de Marcos (2001), ambas sobre líquenes en piedra de construcción; hay también

aportaciones aisladas en trabajos más generales que recogen Pérez-Ortega & Álvarez-Lafuente (2006). Esto explica que el catálogo que presentamos en este trabajo contenga un gran número de nuevas citas provinciales.

Hay diferentes trabajos en la península ibérica en los que se han analizado la relación entre los líquenes y la alteración provocada por estos sobre diferentes estructuras de patrimonio monumental, como son dólmenes, iglesias, etc. —v.gr., García-Rowe & Sáiz Jiménez (1991); Ariño & al. (1995); Nimis & al. (1998); Prieto & al. (1999); Carballal & al. (2001)—; muchas de estas investigaciones se han realizado en substrato calizo. No hay trabajos realizados específicamente en áreas arqueológicas, por lo que los resultados de este proyecto son los primeros. En la península ibérica solo conocemos un trabajo en el que se hayan estudiado los líquenes de un yacimiento arqueológico con substrato ácido, el de Fernández-Cubero (1999) sobre los líquenes que viven en los grabados paleolíticos del yacimiento de Domingo García —Segovia—, aunque sea

de una manera muy superficial, ya que citó únicamente seis géneros de biotipo crustáceo y cuatro especies foliáceas.

El estudio de la flora líquénica del Parque Arqueológico de Vila Nova de Foz-Côa forma parte de la tesis de Joana Marques (Marques 2013). En este artículo se presentan los resultados del estudio realizado en la estación arqueológica de Siega Verde y se comparan con los de Foz-Côa, a la vez que indican las posibles causas de las diferencias encontradas.

## MATERIAL Y MÉTODOS

La estación arqueológica de Siega Verde está situada a orillas del río Águeda, afluente del Duero por su margen izquierdo, en el municipio de Villar de Yegua de la provincia de Salamanca (fig. 2). A lo largo de 3 km, en los bordes del río, se presentan grandes superficies escarpadas de esquistos en las que la gente del paleolítico representó más de 640 figuras, en su mayoría zoomorfas.



**Fig. 1.** Grabado de Siega Verde en el que se aprecia la recolonización de *Aspicilia contorta* subsp. *hoffmanniana* S.Ekman & Fröberg.



Los muestreos se realizaron entre el mes de marzo de 2013 y el de diciembre de 2014. Se seleccionaron once puntos de muestreo —ocho en el margen izquierdo y tres en el derecho— en función de la orientación, la pendiente, la proximidad al río, etc., con la intención de abarcar la mayor diversidad de ambiente posible. La recogida de material se hizo en las rocas sin grabados; en las que se presentaban petroglifos, la identificación de los líquenes se hizo *de visu* o, cuando se recolectó material, se hizo siempre fuera de los grabados y mediante un bisturí con el que se practicó un suave rascado. Todos los puntos están situados entre las coordenadas 40°41'46,28" N, 6°39'41,12" O y 40°42'0,38" N, 6°39'39,43" O.

Los pliegos del material herborizado están depositados en el herbario SANT-Lich. de la Universidad de Santiago de Compostela —España— y en el PO de la Universidad de Porto —Portugal.

En la identificación de los táxones se ha seguido la metodología clásica, mediante el uso de obras generales (Clauzade & Roux 1985; Smith & al. 2009; Wirth & al. 2013) y monografías para determinados géneros (Navarro-

Rosínés & al. 2000; Sliwa 2007; Burgaz & Ahti 2009; Diederich & al. 2010; Giralt 2010; Muñiz & Hladún 2011; Arup & al. 2013; Kondratyuk & al. 2015) y la detección de ácidos liquénicos mediante el análisis de las reacciones frente al hidróxido de potasio al 10% (K), una solución saturada de hipoclorito de calcio (C), así como a las combinaciones de ambos (KC) y una disolución en alcohol de parafenilendiamina (PD o P). En algunas especies se realizó análisis por cromatografía en capa fina (TLC) según Orange & al. (2001).

El catálogo los táxones se presentan por orden alfabético. La nomenclatura se corresponde con la ofrecida en Index Fungorum Partnership (2012) y, en algunos casos, con la de las monografías indicadas. Delante de cada taxon se indica si se trata de un hongo liquenícola mediante el uso de un asterisco volado (\*). Las nuevas citas provinciales que se indican con el símbolo de adición volado (†) y las nuevas citas para la comunidad autónoma de Castilla y León con el símbolo de numeral volado (#). Además, presentamos algunas observaciones sobre aquellas especies particularmente interesantes por su distribución o sus características morfológicas o anatómicas.

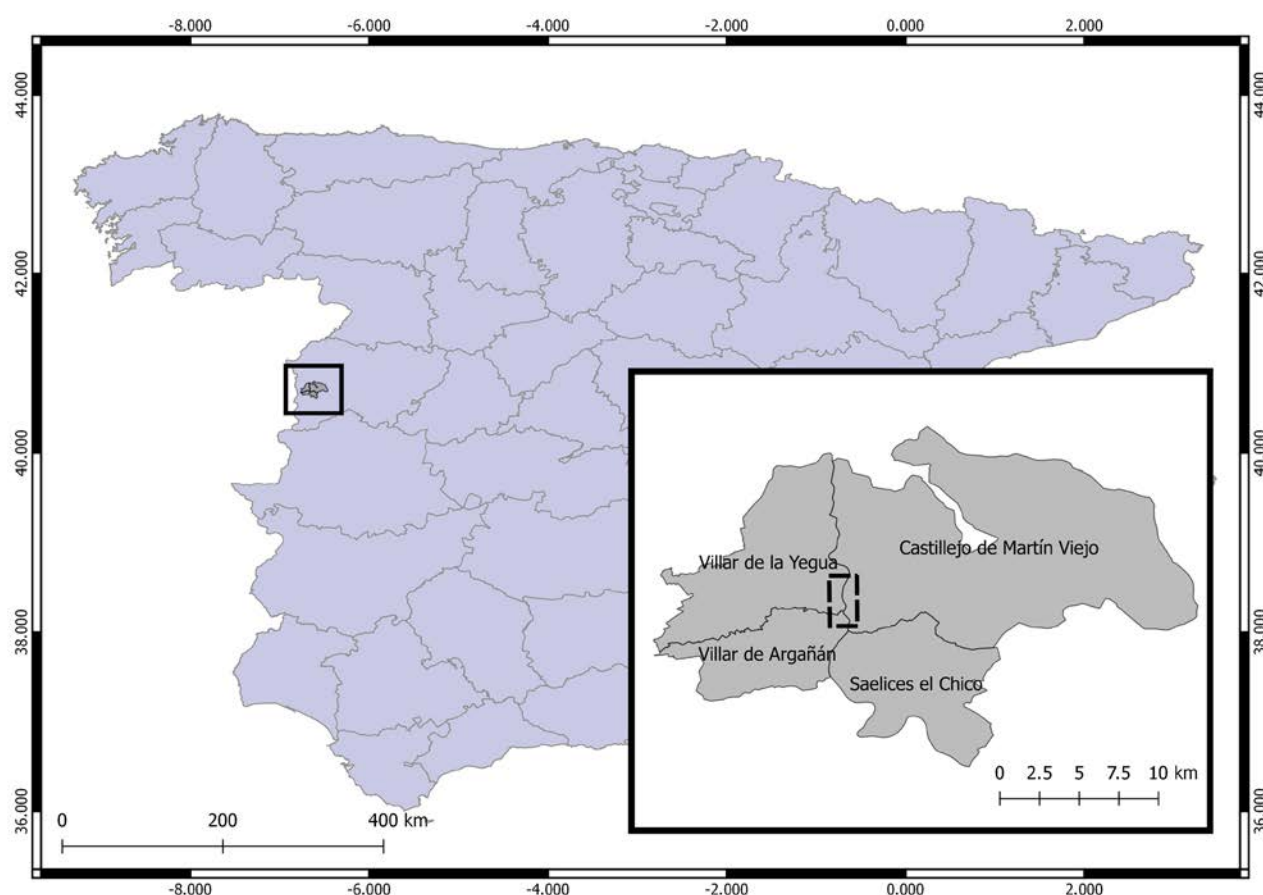


Fig. 2. Situación de Siega Verde en la provincia de Salamanca —España.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

## Catálogo florístico

+ *Acarospora impressula* Th.Fr.

Testimonio de herbario.—SANT-Lich. 12134.

*Acarospora veronensis* A. Massal.

Testimonio de herbario.—SANT-Lich. 12284.

+ *Aspicilia cinerea* (L.) KÖrb.

Testimonio de herbario.—SANT-Lich. 12285.

*Aspicilia contorta* subsp. *hoffmanniana* S.Ekman & Fröberg. Fig. 1.

Testimonio de herbario.—SANT-Lich. 12286.

+ *Aspicilia cupreoglaucula* de Lesd.

Testimonios de herbario.—SANT-Lich. 12072, 12092-C.

*Aspicilia intermutans* (Nyl.) Arnold

Testimonios de herbario.—SANT-Lich. 12134, 12284-B.

+ *Blastenia crenularia* (With.) Arup, Søchting & Frödén

Testimonios de herbario.—SANT-Lich. 12074, 12290.

+ *Buellia badia* (Fr.) A. Massal.

**Hábitat y distribución.**—Los ejemplares de vida libre se localizan en superficies expuestas, cerca del suelo y acompañados de *Aspicilia cinerea* y *Rinodina obnascens* —un ejemplar sobre *Xanthoparmelia tinctoria*—. En Castilla y León sólo se conoce de la provincia de León (Terrón 1991).

**Observaciones.**—Algunos ejemplares parásitos de *Aspicilia intermutans* fueron revisados por M. Giralte e incluidos en '*Buellia* gr. *badia*'. Se caracterizan por presentar un talo fisurado-areolado de un color marrón oscuro y con pequeños isidios granuliformes, C y KC+ rosa fugaz; los demás caracteres coinciden con los de la especie tipo.

Testimonios de herbario.—SANT-Lich. 12073, 12135-A, 12098, 12287-A.

# *Buellia spuria* (Schaer.) Anzi

Testimonio de herbario.—SANT-Lich. 12106-A.

+ *Calogaya arnoldii* subsp. *obliterata* (Pers.) Gaya

**Hábitat.**—Superficie inclinada y orientada al norte, en una zona protegida.

**Observaciones.**—Talo naranja, placodioides, K+ color púrpura. Ascósporas polariloculares 8–11 × 3,5–4,5 µm, 8 por asco, con septo de 2–3 µm.

Testimonio de herbario.—SANT-Lich. 12136.

*Caloplaca* aff. *aractina* (Fr.) Håyrén

**Hábitat y distribución.**—Crece en superficies verticales orientadas al sureste y es relativamente rara. Su localización en el área de estudio es inusual, ya que, por lo que se conoce, *Caloplaca aractina* se restringe a las áreas costeras, desde las mediterráneas hasta las escandinavas.

**Observaciones.**—Los especímenes examinados se ajustan a la descripción de *Caloplaca aractina* en la anatomía de los apotecios y la morfología

del talo, que es gris claro y claramente fisurado-areolado. Clauzade & Roux (1985) y Wetmore (2007) incluyeron *Caloplaca aractina* en el grupo de *Caloplaca cerina* (Hedw.) Th.Fr., caracterizado por presentar un margen talino gris, grueso y persistente, pero *Caloplaca aractina* tiene un excípulo propio y diferente (Šoun & al. 2011). La delimitación actual de esta especie se basa exclusivamente en unos pocos caracteres fenotípicos considerados muy plásticos, por lo que la variabilidad morfológica y molecular necesita ser investigada a fondo para determinar la diversidad real oculta en este interesante grupo de táxones.

Testimonio de herbario.—SANT-Lich. 12136.

*Caloplaca irubescens* (Nyl.) Zahlbr.

*Lecanora subsoluta* Nyl.

**Observaciones.**—Clauzade & Roux (1985) ya indicaron la sinonimia de estos dos nombres, aunque Wetmore (2003) señalara de manera errónea como nombre prevalente *Caloplaca subsoluta* (Nyl.) Zahlbr., ya que el basónimo de este nombre —*Lecanora subsoluta* Nyl.— fue publicado en el año 1876, mientras que el de *Caloplaca irubescens* —*Lecanora irubescens* Nyl.— lo fue en 1874.

Testimonios de herbario.—SANT-Lich. 12291-A, 12305-A, 12293-B.

+ *Caloplaca pellodella* (Nyl.) Hasse

**Hábitat y distribución.**—En superficies subverticales y orientadas al este, acompañada de *Protaparmeliopsis muralis*, o bien sobre musgos junto a *Peltula euploca*, *Solenopsora holophaea* y *Variospora cancarixitcola*. Hay muy pocas citas de España y en Castilla y León solo es conocida de la provincia de Zamora (Terrón & al. 2000).

**Observaciones.**—Especie caracterizada por su talo bien desarrollado, grueso, de un gris verdoso sin antraquinonas; los apotecios, si hay, varían de lecanorinos a zeorinos (Wetmore 1996).

Testimonios de herbario.—SANT-Lich. 12115, 12294.

*Candelariella vitellina* (Hoffm.) Müll.Arg.

Testimonio de herbario.—SANT-Lich. 12295.

+ *Cetraria aculeata* (Schreb.) Fr.

Testimonios de herbario.—SANT-Lich. 12096, 12120, 12300.

*Circinaria caesiocinerea* (Nyl. ex Malbr.) A.Nordin, Savić & Tibell

Testimonio de herbario.—SANT-Lich. 12097.

*Cladonia cervicornis* (Ach.) Flot.

Testimonio de herbario.—SANT-Lich. 12297.

*Cladonia firma* (Nyl.) Nyl.

Testimonios de herbario.—SANT-Lich. 12076, 12137.

*Cladonia foliacea* (Huds.) Willd.

Testimonios de herbario.—SANT-Lich. 12077, 12121, 12297-B, 12301, 12302.

*Cladonia rangiformis* Hoffm.

Testimonios de herbario.—SANT-Lich. 12075, 12133, 12303, 12304.

***Collema subnigrescens* Degel.**

*Testimonios de herbario.*—SANT-Lich. 12100, 12109-C.

**# *Cyphelium lecideinum* (Nyl.) Trevis.**

*Hábitat y distribución.*—Se recolectó en un par de ocasiones en Siega Verde, en extraplomos protegidos a la sombra. Especie muy rara sólo conocida hasta el momento de Turquía (John & Nimis 1998), de Italia, en la Toscana y Cerdeña (Nimis & Martellos 2008), de Portugal en varias localidades de Trás-os-Montes e Alto Douro (Muñiz & Hladún 2011) y de España conocida de manera aislada en Cádiz (Rowe & Egea 1988) y Navarra (Etayo 1997).

*Observaciones.*—El talo de color verdoso junto con los apotecios sésiles rodeados de un delicado margen de pruina blanquecina y el macedio negro, caracterizan esta especie.

*Testimonio de herbario.*—SANT-Lich. 12299.

***Dermatocarpon miniatum* (L.) W.Mann**

*Testimonios de herbario.*—SANT-Lich. 12116, 12117, 12122.

**+ *Diploschistes actinostomus* (Ach.) Zahlbr.**

*Testimonio de herbario.*—SANT-Lich. 12305-B.

**+ *Diploschistes muscorum* (Scop.) R.Sant.**

*Hábitat.*—Sobre escamas de *Cladonia* sp.

*Testimonio de herbario.*—SANT-Lich. 12306.

**+ *Diploschistes scruposus* (Schreb.) Norman**

*Testimonio de herbario.*—SANT-Lich. 12307.

**+ *Diplotomma alboatrum* (Hoffm.) Flot.**

*Testimonios de herbario.*—SANT-Lich. 12291-B, 12292-B, 12293-C.

**# *Endocarpon pallidum* Ach.**

*Hábitat y distribución.*—En una grieta ancha, con tierra. Citado de Cataluña (Llimona 1991) y Granada (Casares & Llimona 1984).

*Observaciones.*—Especie caracterizada por las escuámulas de margen crenado, con la cara superior de un color marrón rojizo mate y la cara inferior pálida, de un color crema claro.

*Testimonio de herbario.*—SANT-Lich. 12308.

**+ *Endocarpon pusillum* Hedw.**

*Testimonio de herbario.*—SANT-Lich. 12314.

**+ *Lasallia pustulata* (L.) Mérat**

*Testimonios de herbario.*—SANT-Lich. 12078, 12123, 12309.

**+ *Lecanora bolcana* (Pollini) Poelt. Fig. 3.**

*Hábitat y distribución.*—En superficies expuestas. Muy poco citada en la península ibérica, en donde solo era conocida de las provincias próximas de León y Zamora (Pérez-Ortega & Álvarez-Lafuente 2006).

*Testimonio de herbario.*—SANT-Lich. 12283.

**+ *Lecanora campestris* (Schaer.) Hue**

*Testimonios de herbario.*—SANT-Lich. 12105-A, 12113-B, 12311, 12317.

**+ *Lecanora cenisia* Ach.**

*Testimonio de herbario.*—SANT-Lich. 12138.

***Lecanora dispersa* (Pers.) Sommerf.**

*Hábitat y distribución.*—En pequeñas fisuras, junto a *Rinodina interpolata* y *Verrucaria* sp.

*Observaciones.*—Algunos de los ejemplares pertenecen claramente a este taxon, pero otros presentan reacciones positivas en el reborde talino —K+ y C+ amarillo—, un carácter que los separaría de él. Estos últimos los hemos incluido en '*Lecanora* gr. *dispersa*' —SANT-Lich. 12143-B.—, ya que el resto de caracteres morfológicos y anatómicos coinciden.

*Testimonio de herbario.*—SANT-Lich. 12119-A.

**+ *Lecanora ochroidea* (Ach.) Nyl.**

*Hábitat y distribución.*—Recogida en un espolón. Especie poco citada en España, de donde era conocida solo de las provincias de León y Zamora (Pérez-Ortega & Álvarez-Lafuente 2006).

*Observaciones.*—Por TLC se detectan atranorina y los ácidos norestictico, connorestictico y protocetrárico.

*Testimonio de herbario.*—SANT-Lich. 12313.

**# *Lecanora pseudistera* Nyl.**

*Distribución.*—Citada en el Levante ibérico y en Portugal (van den Boom & Giralt 1996; Marques & al. 2014).

*Observaciones.*—Especie similar a *Lecanora campestris*, de la que se diferencia por tener grandes cristales en el anfitecio que no se deshacen con K.

*Testimonio de herbario.*—SANT-Lich. 12364-A.

**+ *Lecanora rupicola* (L.) Zahlbr.**

*Testimonio de herbario.*—SANT-Lich. 12316.

**+ *Lecanora sulphurea* (Hoffm.) Ach.**

*Hábitat.*—En ambientes expuestos; recogida en un espolón, superficie subvertical.

*Observaciones.*—Por TLC hemos detectado zeorina y ácido úsnico.

*Testimonio de herbario.*—SANT-Lich. 12318-A.

**+ *Lecanora swartzii* (Ach.) Ach.**

*Hábitat.*—En esquistos, en una superficie inclinada y orientada al norte de una zona protegida; recogida junto a *Calogaya arnoldii* subsp. *obliterata*. Sólo se encontró un ejemplar en Siega Verde, que parece vivir en ambientes algo más protegidos que la especie anterior.

*Observaciones.*—Especie similar a *Lecanora rupicola*, de la que se diferencia por la reacción C+ naranja en el talo y los apotecios elevados sobre el talo y constreñidos en la base.

*Testimonio de herbario.*—SANT-Lich. 12140.

**+ *Lecidea fuscoatra* (L.) Ach.**

*Hábitat.*—En zonas expuestas y orientadas al sur.



*Observaciones.*—Por TLC se detecta ácido girofórico.

*Testimonios de herbario.*—SANT-Lich. 12082, 12092-D, 12146, 12287-B.

# *Lecidea sarcogynoides* Körb.

*Testimonio de herbario.*—SANT-Lich. 12321.

# *Lecidella anomaloides* (A.Massal.) Hertel & H.Kiliás

*Hábitat y distribución.*—En pequeñas fisuras de paredes verticales protegidas, a unos 40 cm del suelo. Especie con pocas citas en España: conocida de Cataluña (Llenas 1909; Pereira 1992), Aragón (Pereira 1992), Andalucía (Werner 1975), Asturias (Barreno & Pérez-Ortega 2003), Galicia (Álvarez & al. 2001), Castilla-La Mancha (Aragón & al. 2006), La Rioja (Etayo & Breuss 1996).

*Testimonio de herbario.*—SANT-Lich. 12118-A.

*Lecidella carpathica* Körb.

*Testimonios de herbario.*—SANT-Lich. 12141, 12322.

# *Lepraria caesioalba* (B. de Lesd.) J.R.Laundon

*Hábitat.*—Sobre la tierra acumulada en la parte superior del afloramiento.

*Observaciones.*—Por TLC se detectan atranorina, ácido fumarprotocetrárico y  $\pm$  ácido psorómico.

*Testimonio de herbario.*—SANT-Lich. 12323.

# *Lepraria membranacea* (Dicks.) Vain.

*Testimonio de herbario.*—SANT-Lich. 12324.

+ *Leprocaulon microscopicum* (Vill.) Gams ex D.Hawksw.

*Testimonios de herbario.*—SANT-Lich. 12089-B, 12110-C, 12325.

*Leptochidium albociliatum* (Desm.) M.Choisy

*Testimonios de herbario.*—SANT-Lich. 12080-A, 12124, 12326, 12327.

+ *Leptogium teretiusculum* (Flörke ex Wallr.) Arnold

*Testimonio de herbario.*—SANT-Lich. 12328.

\* *Llimoniella phaeophysciae* Diederich, Ertz & Etayo

*Hábitat y distribución.*—Parasita los talos de *Phaeophyscia nigricans*. En Europa se conoce de Italia y España. En España está citada de Zaragoza y Soria (Diederich & al. 2010) sobre *Phaeophyscia nigricans* epífita. Los mismos autores indican que la cita de Marcos (2001) de Salamaca de *Geltingia associata* (Th.Fr.) Alstrup & D. Hawksw. —como *Lecidea associata* Th.Fr.— sobre *Phaeophyscia nigricans* podría tratarse de este mismo taxon, pero no revisaron el material.



**Fig. 3.** *Lecanora bolcana* (Pollini) Poelt. sobre una superficie expuesta en Siega Verde.

*Observaciones.*—Se caracteriza por presentar apotecios lecideinos negros, que cuando son jóvenes tienen aspecto de peritecios; paráfisis 1.5–2 µm de anchura; ascos cilíndricos con 8 ascósporas de 9–12 × 6–9 µm, uniseriadas, hialinas, simples y elipsoides-redondeadas.

*Testimonios de herbario.*—SANT-Lich. 12109-A, 12110-A.

***Massalongia carnosa* (Dicks.) Körb.**

*Testimonio de herbario.*—SANT-Lich. 12329.

***Miriquidica deusta* (Stenh.) Hertel & Rambold**

*Hábitat.*—Recolectada en extraplomos.

*Observaciones.*—Por TLC hemos detectado ácido lobárico.

*Testimonios de herbario.*—SANT-Lich. 12083, 12092-B, 12330.

**# *Moelleropsis nebulosa* (Hoffm.) Gyeln.**

*Hábitat.*—Superficie vertical con escorrentía, en un pequeño entrante donde se acumulan tierra y briófitos.

*Observaciones.*—Talo estéril.

*Testimonio de herbario.*—SANT-Lich. 12125.

**+\* *Muellerella pygmaea* (Körb.) D.Hawksw.**

*Hábitat.*—En los apotecios de *Lecanora campestris*.

*Testimonios de herbario.*—SANT-Lich. 12105-B, 12113-C.

***Nephroma tangeriense* (Maheu & A.Gillet) Zahlbr.**

*Hábitat.*—Sobre briófitos en pared inclinada con escorrentía y orientada al norte; acompañada de *Solenopsora holophaea*, *Moelleropsis nebulosa* y *Peltula euploca*.

*Testimonios de herbario.*—SANT-Lich. 12126, 12331.

**# *Oleghlumia demissa* (Flot.) S.Y.Kondr., L.Lököš, J.Kim, A.S.Kondr., S.O.Oh & J.S.Hur**

*Hábitat y distribución.*—Frecuente en el yacimiento, en ambientes protegidos y siempre a la sombra; acompañada por *Collema subnigrescens*. Hay muy pocas citas en España y siempre en el área mediterránea: van den Boom & Rico (2006) la encontraron en Cáceres y Madrid, Calatayud & Barreno (2000) en la Comunidad Valenciana.

*Observaciones.*—Forma talos pequeños, estériles, de 1,5–2 cm de longitud, con lóbulos muy estrechos de ± 1mm, de color gris-marrón y, a veces, ligeramente pruinosos. Soraliros diminutos que cubren más o menos los lóbulos.

*Testimonios de herbario.*—SANT-Lich. 12099, 12292-A, 12293-A, 12288, 12289.

***Parmelia saxatilis* (L.) Ach.**

*Testimonio de herbario.*—SANT-Lich. 12335.

***Parmelina pastillifera* (Harm.) Hale**

*Testimonios de herbario.*—SANT-Lich. 12080-B, 12127.

***Parmelina tiliacea* (Hoffm.) Hale**

*Testimonio de herbario.*—SANT-Lich. 12336.

***Peltigera canina* (L.) Willd.**

*Testimonio de herbario.*—SANT-Lich. 12084.

***Peltigera membranacea* (Ach.) Nyl.**

*Testimonio de herbario.*—SANT-Lich. 12128.

***Peltigera neckeri* Hepp ex Müll.Arg.**

*Testimonio de herbario.*—SANT-Lich. 12129.

**+ *Peltigera rufescens* (Weiss) Humb.**

*Testimonio de herbario.*—SANT-Lich. 12130.

**+ *Peltula euploca* (Ach.) Poelt ex Ozenda & Clauzade**

*Testimonios de herbario.*—SANT-Lich. 12108, 12337.

***Peltula lobata* J.Marques, M.Schultz & Paz-Berm.**

*Hábitat y distribución.*—Se ha recolectado en las rocas más próximas a la orilla del río Águeda, en unas grietas anchas que se encuentran temporalmente sumergidas. En Portugal se encontró también en superficies verticales y acompañada por otras especies del género *Peltula* Nyl. y otras especies del orden *Lichinales* Henssen & Büdel.

*Observaciones.*—Taxon descrito por Marques & al. (2013) sobre la base de un material recogido en el yacimiento portugués de Foz Côa, así como de ejemplares recolectados en Siega Verde y en Piedras Blancas —Almería—. Los ejemplares encontrados en Siega Verde presentan un talo formado por escuámulas estériles, sin isidios o soraliros e unidas al sustrato por rizomorfos laterales que, en los ejemplares adultos, pueden estar intensamente divididas y superpuestas. Los lóbulos pueden alcanzar 5 mm de longitud y 3 mm de anchura, y tienen el margen dirigido hacia abajo. La cara inferior es de un color oscuro —aunque en el material lusitano puede ser de un color blanco a otro marrón-rojizo claro.

*Testimonio de herbario.*—PO-9035-L.

***Pertusaria albescens* (Huds.) M.Choisy & Werner**

*Testimonio de herbario.*—SANT-Lich. 12318-B.

**+ *Pertusaria flavicans* Lamy**

*Testimonio de herbario.*—SANT-Lich. 12338.

**# *Pertusaria leucosora* Nyl.**

*Hábitat.*—En espolones.

*Observaciones.*—Por TLC se detectó ácido protocetrárico.

*Testimonios de herbario.*—SANT-Lich. 12339-A, 12319-A.

**+ *Pertusaria melanochlora* (DC.) Nyl.**

*Testimonios de herbario.*—SANT-Lich. 12085-A, 12142-A.

**+ *Pertusaria pseudocorallina* (Sw.) Arnold**

*Testimonios de herbario.*—SANT-Lich. 12145, 12340.

***Phaeophyscia nigricans* (Flörke) Moberg**

*Testimonios de herbario.*—SANT-Lich. 12102, 12103, 12109-B, 12110-B, 12111-B.

***Physcia aipolia* (Ehrh. ex Humb.) Fűrnröhr**

*Hábitat*.—En la parte apical de una superficie inclinada y orientada al sur; parasitada por *Stigmidium pumilum*.

*Testimonios de herbario*.—SANT-Lich. 12139-B, 12144-A.

***Physcia caesia* (Hoffm.) Hampe ex Fűrnr.**

*Testimonios de herbario*.—SANT-Lich. 12101, 12118-B, 12131, 12341.

***Physcia dubia* (Hoffm.) Lettau**

*Testimonio de herbario*.—SANT-Lich. 12342.

***Physconia enteroxantha* (Nyl.) Poelt**

*Testimonios de herbario*.—SANT-Lich. 12104, 12343.

***Polychidium muscicola* (Sw.) Gray**

*Hábitat*.—En una pared vertical de una zona protegida; en medio de musgos, junto con *Leptochidium albociliatum* y *Cladonia* spp.

*Observaciones*.—Algunos ejemplares son fértiles.

*Testimonios de herbario*.—SANT-Lich. 12087, 12297-C.

**+ *Polysporina simplex* (Taylor) Vězda**

*Testimonio de herbario*.—SANT-Lich. 12283-C.

***Protoparmeliopsis muralis* (Schreb.) M.Choisy**

*Testimonios de herbario*.—SANT-Lich. 12081, 12093-A, 12139-A.

***Ramalina capitata* (Ach.) Nyl.**

*Testimonios de herbario*.—SANT-Lich. 12088, 12089-A, 12090, 12093-B, 12139.

**+ *Rhizocarpon geographicum* (L.) DC.**

*Testimonios de herbario*.—SANT-Lich. 12085-B, 12345.

**+ *Rhizocarpon hochstetteri* (Körb.) Vain.**

*Testimonio de herbario*.—SANT-Lich. 12346.

**# *Rinodina interpolata* (Stirt.) Sheard**

*Hábitat*.—En superficies inclinadas protegidas orientadas al norte, junto a *Calogaya arnoldii* subsp. *obliterata*, *Lecanora dispersa* y *Ramalina capitata*.

*Observaciones*.—Talo poco aparente con todas las reacciones negativas. Ascósporas 14–17,7 × 6.7–7,4 µm, sin ornamentación, de ‘tipo *Physcia*’.

*Testimonios de herbario*.—SANT-Lich. 12119-C, 12143-A.

**+ *Rinodina obnascens* (Nyl.) H.Olivier**

*Hábitat*.—Parásita, sobre talos estériles de *Aspicilia* A.Massal.

*Testimonio de herbario*.—SANT-Lich. 12347.

**+ *Rinodina oxydata* (A.Massal.) A.Massal.**

*Observaciones*.—El margen talino no persistente de los apotecios le confiere aspecto de *Buellia* De Not. Se caracteriza por presentar ascósporas

de ‘tipo *Michoblastia*’, de 18–23 × 10–11,5 µm. No encontramos picnidios. Reacciones negativas en el talo. Matzer & Mayrhofer (1996) consideraron *Rinodina oxydata* un agregado de especies pendientes de revisión.

*Testimonios de herbario*.—SANT-Lich. 12095, 12349.

**# *Scytinium palmatum* (Huds.) Gray**

*Testimonio de herbario*.—SANT-Lich. 12079.

**# *Solenopsora holophaea* (Mont.) Samp.**

*Testimonios de herbario*.—SANT-Lich. 12333, 12334.

**# *Squamarina conrescens* (Müll.Arg.) Poelt**

*Testimonio de herbario*.—SANT-Lich. 12332.

**\*,\* *Stigmidium pumilum* (Lettau) Matzer & Hafellner**

*Hábitat*.—Sobre *Physcia aipolia*. Cosmopolita (von Brackel 2008).

*Observaciones*.—Ascomas negros, esféricos, inmersos en el talo del hospedante. Ascósporas 10–12,5 × 4–5 µm, hialinas, elipsoidales, con un solo septo.

*Testimonios de herbario*.—SANT-Lich. 12144-B.

***Tephromela atra* (Huds.) Hafellner**

*Testimonio de herbario*.—SANT-Lich. 12363.

**+ *Trapeliopsis wallrothii* (Flörke ex Spreng.) Hertel & Gotth.Schneid.**

*Hábitat*.—En suelos consolidados, en superficies horizontales.

*Observaciones*.—Por TLC detectamos ácido girofórico.

*Testimonio de herbario*.—SANT-Lich. 12315.

**# *Umbilicaria proboscidea* (L.) Schrad.**

*Testimonios de herbario*.—SANT-Lich. 12350, 12351.

***Varicellaria hemisphaerica* (Flörke) I.Schmitt & Lumbsch**

*Testimonio de herbario*.—SANT-Lich. 12296.

**# *Variospora cancarixiticola* (Nav.-Ros., Egea & Llimona) Arup, Søchting & Frödén**

*Hábitat y distribución*.—En Siega Verde coloniza una pared vertical orientada al este y cubierta con una pátina de manganeso, junto a *Candelariella vitellina*, *Peltula euploca* y *Solenopsora holophaea*. Taxon sólo conocido de la península ibérica que fue descrito por Navarro-Rosinés & al. (2000) sobre la base de un material recolectado en Cancárix —Albacete— sobre cancarixita, un tipo de roca volcánica del grupo de las lamproitas. Posteriormente se encontró en diversos puntos del Parque Arqueológico de Vila Nova de Foz-Côa, ampliándose así su distribución a Portugal.

*Observaciones*.—Caracterizada por el talo grueso placodiode, de un color naranja intenso y por las esporas elipsoides-fusiformes, rectas o ligeramente curvadas, sobre todo en los ápices; polariloculares, con un septo muy estrecho o directamente unitabacadas. Arup & al. (2013) la incluyen en el nuevo género *Variospora*.



Testimonio de herbario.—SANT-Lich. 12298-A.

### ***Verrucaria* sp.**

**Hábitat.**—En pequeñas fisuras de zonas protegidas y superficies verticales, junto a *Rinodina interpolata* y *Lecanora dispersa*.

**Observaciones.**—Talo poco aparente, de un color marrón oscuro, formado por pequeñas areolas agrupadas o dispersas, por lo general convexas, con reacciones negativas. Peritecios negros, inmersos en la roca o algo prominentes, de 0,2–0,3 mm de diámetro, cubiertos parcialmente por las areolas o creciendo entre ellas. Excípulo de un color marrón oscuro, continuo. Ascósporas (22)24–28 × 13–15 µm, simples, elipsoidales. Con estas características, este ejemplar se aproxima a *Verrucaria geophila* Nyl., pero esta crece en substratos carbonatados. Se necesita más material para confirmar la identificación.

Testimonios de herbario.—SANT-Lich. 12119-B, 12113-A.

### **+ *Xanthoparmelia conspersa* (Ehrh. ex Ach.) Hale**

Testimonios de herbario.—SANT-Lich. 12080-C, 12091, 12142-B, 12106-B.

### ***Xanthoparmelia loxodes* (Nyl.) O. Blanco, A. Crespo, Elix, D. Hawksw. & Lumbsch**

Testimonio de herbario.—SANT-Lich. 12132.

### **+ *Xanthoparmelia protomatrae* (Gyeln.) Hale**

Testimonio de herbario.—SANT-Lich. 12107.

### ***Xanthoparmelia pulla* (Ach.) O. Blanco, A. Crespo, Elix, D. Hawksw. & Lumbsch**

Testimonios de herbario.—SANT-Lich. 12105-C, 12092-A, 12094, 12147, 12348-A.

### **# *Xanthoparmelia somloënsis* (Gyeln.) Hale**

**Hábitat.**—En ambientes expuestos, junto a *Pertusaria melanochlora* y *Rhizocarpon geographicum*.

Testimonios de herbario.—SANT-Lich. 12085-C, 12086.

### **+ *Xanthoparmelia tinctina* (Maheu & A. Gillet) Hale**

**Hábitat.**—En la parte apical de una superficie inclinada y orientada al sur, en una zona expuesta. En el talo de uno de los ejemplares crecía *Buellia badia*.

**Observaciones.**—Por TLC se detectaron los ácidos úsnico, norestictico y salacínico.

Testimonios de herbario.—SANT-Lich. 12135-B, 12148, 12287-C, 12348-B.

## **Discusión del catálogo**

El listado total asciende a 99 táxones y, dada la pequeña extensión de esta estación arqueológica, este número de especies se considera muy elevado. Entre los táxones encontrados destaca la presencia de *Peltula lobata* —especie descrita sobre la base de un material recogido en este afloramiento y en el de Foz-Côa—, *Cyphelium lecideinum* —conocido en la península ibérica de Trás-os-Montes e Alto Douro (Muñiz & Hladún 2011)

y de Navarra y de Cádiz (Etayo 1997; Rowe & Egea 1988)—, *Variospora cancarixiticola* —especie conocida de la localidad tipo en Albacete (Navarro-Rosinés & al. 2000) y también de Foz-Côa (Marques 2013)— y la del hongo liquenícola *Llimoniella phaeophysciae* —citado hasta el momento de Zaragoza y Soria (Diederich & al. 2010)—. Además, 39 de ellos son nuevas citas provinciales y 17 son nuevas citas para la comunidad autónoma de Castilla y León.

En los paneles con grabados que fueron sometidos a la eliminación de líquenes y briófitos hace 18 años, quedó patente el papel de los líquenes recolonizadores en las especies *Aspicilia contorta* subsp. *hoffmaniana* —de hecho, prácticamente solo se encontró sobre las superficies anteriormente limpias—, *Prototarmeliopsis muralis* y el líquen foliáceo *Physcia aipolia*.

En cuanto a la distribución de las distintas formas de crecimiento, se apreció un claro dominio del biotipo crustáceo —64%— frente a un 26% de foliáceos y un 10% en el que incluimos los fruticulosos y los talos compuestos. Estos porcentajes son similares a los encontrados en otros trabajos en rocas ácidas —v.gr., Paz-Bermúdez (1998); Carbballal & al. (2001).

El fotobionte claramente dominante pertenece al grupo de las algas verdes —*Chlorophyta* Rchb.—, ya que corresponde a esta división en el 87% del total de los casos —con la falta de táxones con alguna especie del género *Trentepohlia* Mart.—, frente a un 13% con cianobacteria —*Cyanobacteria* Stanier ex Caval.-Sm.

Entre las especies con cianobacteria, hay algunas que viven en superficies claramente expuestas: *Leptogium teretiusculum*, *Leptochidium albociliatum* y *Polychidium muscicola* siempre ligados a briófitos, y *Peltula lobata*, que se recogió en superficies verticales en un área cercana al río periódicamente sumergida. El resto de los táxones se encuentran en zonas de escorrentía —*Moelleropsis nebulosa*, *Nephroma tangeriense* y *Peltula euploca*—, o en ambientes ligeramente protegidos como pequeñas oquedades o superficies a la sombra.

En las zonas protegidas a la sombra se localizan también otras especies ligadas a estos ambientes: *Oleghblumia demissa*, *Cyphelium lecideinum*, *Diplotomma alboatrum*, *Leprocaulon microscopicum* y *Phaeophyscia nigricans*.

Entre los líquenes terrícolas se diferencian aquellas especies que viven en suelo consolidado, más o menos asociadas a briófitos —v.gr., *Cetraria aculeata*, *Cladonia* spp., *Leptochidium albociliatum*, *Massalongia carnosa*, *Peltigera* spp. y *Trapeliopsis wallrothii*— y aquellas que lo hacen en la tierra acumulada en grietas más o menos anchas como *Endocarpon pallidum*, *Endocarpon pusillum*,

*Lepraria caesiaalba*, *Lepraria membranacea*, *Solenopsora holophaea* y *Squamarina conrescens*.

Los trabajos llevados a cabo en el Parque Arqueológico de Vila Nova de Foz-Côa demostraron una rica e interesante flora líquénica formada por 202 táxones (Marques & al. 2013, 2014; Marques & Paz-Bermúdez 2014), de los que 77 viven en Siega Verde. El yacimiento salmantino comparte con Foz-Côa el substrato de esquistos, aunque tiene una extensión mucho más reducida, 3 km<sup>2</sup>, frente a los casi 200 km<sup>2</sup> del Parque Arqueológico de Vila Nova de Foz-Côa, donde además hay una mayor diversidad de ambientes. De los 97 taxones líquénicos encontrados, 20 no fueron recolectados en el cercano Parque Arqueológico de Vila Nova de Foz-Côa —*Acarospora impressula*, *Aspicilia cinerea*, *Diplotomma alboatrum*, *Endocarpon pallidum*, *Lecanora campestris*, *Lecanora cenisia*, *Lecanora ochroidea*, *Lecanora rupicola*, *Lecidella anomaloides*, *Lepraria membranacea*, *Parmelina pastillifera*, *Peltigera membranacea*, *Pertusaria albescens*, *Phaeophyscia nigricans*, *Physcia aipolia*, *Physcia dubia*, *Rhizocarpon hochstetteri*, *Rinodina interpolata*, *Rinodina obnascens*, *Umbilicaria proboscidea* y *Varicellaria hemisphaerica*—, lo cual podría ser debido a una cierta eutrofización de la zona —posiblemente por su proximidad a la carretera y a explotaciones ganaderas—, tal y como parecen indicar los requerimientos ecológicos de algunas de las especies (Nimis & Martellos 2008).

## AGRADECIMIENTOS

Esta investigación se realizó en el marco del proyecto “Líquenes saxícolas en 2 lugares declarados patrimonio de la humanidad por la UNESCO (Foz-Côa y Siega Verde) Biodiversidad y primera valoración de su papel en el biodeterioro”, CGL2011–22789. Agradecemos a la Junta Castilla y León por su interés en este trabajo y por su absoluta disponibilidad y ayuda para realizarlo, especialmente a Cristina Escudero, Milagros Burón y a todo el personal de la estación arqueológica de Siega Verde. A Javier Etayo y Mireia Giralt por su ayuda en la identificación de diversos táxones.

## REFERENCIAS

Álvarez J., Sánchez-Biezma M.J. & López de Silanes M.E. 2001. Lista de los líquenes y hongos liquenícolas de Galicia. *Nova Acta Cientifica Compostelana* 11: 53–151.

Aragón G., García A. & López R. 2006. Aportación al conocimiento de los líquenes rupícolas que colonizan las pedrizas del Parque Nacional de Cabañeros. *Botanica Complutensis* 30: 53–59.

Ariño X., Ortega-Calvo J.J., Gómez-Bolea A. & Saiz-Jiménez C. 1995. Lichen colonization of the Roman pavement at Baelo Claudia (Cádiz, Spain): biodeterioration vs bioprotection. *The Science of the Total Environment* 167: 353–364. [https://doi.org/10.1016/0048-9697\(95\)04595-R](https://doi.org/10.1016/0048-9697(95)04595-R)

Arup U., Søchting U. & Frøden P. 2013. A new taxonomy of the family *Teloschistaceae*. *Nordic Journal of Botany* 31: 16–83. <https://doi.org/10.1111/j.1756-1051.2013.00062.x>

Barreno E. & Pérez-Ortega S. 2003. Líquenes de la Reserva Natural Integral de Muniellos, Asturias. *Cuadernos de Medio Ambiente Serie Naturaleza* 5: 1–512.

Burgaz A.R. & Ahti T. 2009. *Cladoniaceae*. In Burgaz A.R., Llimona X. & López de Silanes M.E. (eds.), *Flora Liqueológica Ibérica* 4: 1–111. Sociedad Española de Liqueología, Madrid.

Calatayud V. & Barreno E. 2000. *Lecanora herteliana* (*Lecanoraceae*, *Ascomycetes*), a new lichen species from Spain. *The Lichenologist* 32: 531–538. <https://doi.org/10.1006/lich.2000.0291>

Carballal R., Paz-Bermúdez G., Sánchez-Biezma M.J. & Prieto B. 2001. Lichen colonization of coastal churches in Galicia: Biodeterioration implications. *International Biodeterioration & Biodegradation* 47: 157–163. [https://doi.org/10.1016/S0964-8305\(01\)00044-0](https://doi.org/10.1016/S0964-8305(01)00044-0)

Casares M. & Llimona X. 1984. Algunos datos sobre los pirenolíquenes calcícolas de la provincia de Granada. *Anales de Biología* 1 (sección especial): 207–214.

Clauzade G. & Roux C. 1985. Likenoj de Okcidenta Europo. *Bulletin Société Botanique du Centre-Ouest* 7: 1–893.

Diederich P., Ertz D. & Etayo J. 2010. An enlarged concept of *Llimoniella* (lichenicolous *Helotiales*), with a revised key to the species and notes on related genera. *The Lichenologist* 42: 253–269. <https://doi.org/10.1017/S0024282909990612>

Etayo J. 1997. Líquenes de roquedos silíceos en los Pirineos occidentales. *Naturaleza* 12: 123–148.

Etayo J. & Breuss O. 1996. Líquenes y hongos liquenícolas de los Pirineos occidentales y norte de la Península Ibérica, IV. *Cryptogamie Bryologie Lichénologie* 17: 213–230

Fernández-Cubero O. 1999. Análisis de los líquenes sobre roca en el conjunto de Domingo García. In Ripoll S. & Municio L.J. (eds.), *Domingo García. Arte Rupestre Paleolítico al aire libre en la meseta castellana, Memorias, de Sergio Ripoll López y Luciano José Municio González, Dirs. (1999), Arqueología en Castilla y León, 8, Junta de Castilla y León. Universidad Nacional de Educación a Distancia, Valladolid*.

García-Rowe J. & Sáiz-Jiménez C. 1991. Colonización y alteración de la piedra por líquenes, briofitos y plantas superiores en las catedrales de Salamanca, Sevilla y Toledo. *Jornadas sobre Restauración y Conservación de monumentos*: 71–79. Instituto de Conservación Restauración de Bienes Culturales, Madrid.

Giralt M. 2010. *Flora Liqueológica Ibérica* 5: 1–105. Sociedad Española de Liqueología, Barcelona.

Index Fungorum Partnership 2012. Index Fungorum. CABI Bioscience, CBS-KNAW Fungal Diversity Centre and Landcare Research. Página web: <http://www.indexfungorum.org/names/Names.asp> [consultada XI-2018].

John V. & Nimis P.L. 1998. Lichen flora of Amanos Mountain and the Province of Hatay. *Turkish Journal of Botany* 22: 257–267.

Kondratyuk S.Y., Lőkös L., Kim J.A., Kondratiuk A.S., Jeong M.H., Jang S.H., Oh S.O. & Hur J.S. 2015. Three new monotypic genera of the caloplacoid lichens (*Teloschistaceae*, lichen-forming *Ascomycetes*). *Mycobiology* 43: 195–202. <https://doi.org/10.5941/MYCO.2015.43.3.195>

Llenas M. 1909. Ensaig d'una flora líquénica de Catalunya. *Butlletí de la Institució Catalana d'Historia Natural* 6: 1–39.

Llimona X. 1991. Fongs i líquens. In Carreras J., Folch R., Gosálvez J., Llimona X., Puigdefàbregas C. & Terradas J. (eds.), *Historia Natural dels Països Catalans* 5: 1–528. Enciclopedia Catalana S.A., Barcelona.

Marcos B. 2001. Biodiversidad y colonización líquénica de algunos monumentos en la ciudad de Salamanca (España). *Botanica Complutensis* 25: 93–102.

Marques J. 2013. A Framework for assessing the vulnerability of schist surfaces to lichen-induced weathering in the Upper Douro region (NE Portugal). Tesis Doctoral, Universidade do Porto, Portugal.

- Marques J. & Paz-Bermúdez G. 2014. New and interesting lichen records for the Portuguese fungi from the Upper Douro Region (NE, Portugal). *Austrian Journal of Mycology* 23: 37–53.
- Marques J., Schultz M. & Paz-Bermúdez G. 2013. A *Peltula* Nyl. diversity hotspot in north-east Portugal, with one species new to science and three species new to mainland Europe. *The Lichenologist* 45: 483–496. <https://doi.org/10.1017/S0024282913000261>
- Marques J., Hespanhol H., Paz-Bermúdez G. & Almeida R. 2014. Choosing between sides in the battle for pioneer colonization of schist in the Côa Valley Archaeological Park: a community ecology perspective. *Journal of Archaeological Sciences* 45: 196–206. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2014.02.021>
- Matzer M. & Mayrhofer H. 1996. Saxicolous species of the genus *Rinodina* (lichenized *Ascomycetes*, *Physciaceae*) in southern Africa. *Bothalia* 26: 11–30. <https://doi.org/10.4102/abc.v26i1.683>
- Muñiz D. & Hladún N. 2011. *Flora Liquenológica Ibérica* 7: 1–95. Sociedad Española de Lichenología, Barcelona.
- Navarro-Rosinés P., Egea J.M. & Llimona X. 2000. *Caloplaca cancarixiticola*, a new species from south-east Spain growing on ultrapotassic rocks. *The Lichenologist* 32: 129–138. <https://doi.org/10.1006/lich.1999.0252>
- Nimis P.L. & Martellos S. 2008. ITALIC. The Information System on Italian Lichens. Version 4.0. Página web: <http://dbiodbs.univ.trieste.it/> [consultada XI-2018].
- Nimis P.L., Seaward M.R.D., Ariño X. & Barreno E. 1998. Lichen-induced chromatic changes on monuments: a case-study on the Roman amphitheater of Italica (S. Spain). *Plant Byosystems* 132: 53–61. <https://doi.org/10.1080/11263504.1998.10654191>
- Orange A., James P.W. & White F.J. 2001. *Microchemical methods for the identification of lichens*. British Lichen Society, Londres.
- Paz-Bermúdez G. 1998. Líquenes saxícolas e fungos liquenícolas da costa de Galicia. Tesis Doctoral, Universidad de Santiago de Compostela, Santiago de Compostela.
- Pereira I. 1992. Flora, Vegetación y Ecología de los líquenes acuáticos de España. Tesis Doctoral, Universidad de Barcelona, Barcelona.
- Pérez-Ortega S. & Álvarez-Lafuente A. 2006. Primer catálogo de líquenes y hongos liquenícolas de la Comunidad Autónoma de Castilla y León (España). *Botanica Complutensis* 30: 17–5.
- Prieto B., Rivas T. & Silva B. 1999. Environmental factors affecting the distribution of lichens on granitic monuments in the Iberian Peninsula. *The Lichenologist* 31: 291–305. <https://doi.org/10.1006/lich.1998.0174>
- Rowe J.G. & Egea J. 1988. Líquenes del Parque Natural de Grazalema. I. Silicícolas. *Acta Botanica Malacitana* 13: 279–289.
- Sliwa L. 2007. A revisión of the *Lecanora dispersa* complex in North America. *Polish Botanical Journal* 52: 1–70.
- Smith C.W., Aptroot A., Coppins B.J., Fletcher A., Gilbert O.L., James P.W. & Wolseley P.A. (eds.) 2009. *The Lichens of Great Britain and Ireland*. The Natural History Museum, Londres.
- Šoun J., Vondrák J., Söchting U., Hrouzek P., Khodosovtsev A. & Arup U. 2011. Taxonomy and phylogeny of the *Caloplacacerina* group in Europe. *The Lichenologist* 43: 113–135. <https://doi.org/10.1017/S0024282910000721>
- Terrón A. 1991. Flora líquénica saxícola acidófila del Macizo de El Teleno (León, NW de España). Tesis Doctoral, Universidad de León, León.
- Terrón A., Burgaz A.R. & Álvarez J. 2000. Líquenes de la provincia de Zamora, España. *Botanica Complutensis* 24: 9–4.
- van den Boom P.P.G. & Giral M. 1996. Contribution to the flora of Portugal, lichens and lichenicolous fungi I. *Nova Hedwigia* 63: 145–172.
- van den Boom P.P.G. & Rico V.J. 2006. *Caloplaca squamuloisidiata*, a new lichen species from Portugal and Spain. *The Lichenologist* 38: 529–535. <https://doi.org/10.1017/S0024282906006153>
- von Brackel W. 2008. *Zwachiomyces echinulatus* sp. nov. and other lichenicolous fungi from Sicily, Italy. *Herzogia* 21: 181–198.
- Werner R.G. 1975. Etude écologique et phytogéographique sur les lichens de l'Espagne méridionale. *Revue Bryologique et Lichénologique* 41: 55–82.
- Wetmore C.M. 1996. The *Caloplaca sideritis* group in North and Central America. *The Bryologist* 99: 292–314. <https://doi.org/10.2307/3244301>
- Wetmore C.M. 2003. The *Caloplaca squamosa* group in North and Central America. *The Bryologist* 106: 147–156. [https://doi.org/10.1639/0007-2745\(2003\)106\[0147:TCSGIN\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1639/0007-2745(2003)106[0147:TCSGIN]2.0.CO;2)
- Wetmore C.M. 2007. Notes on *Caloplaca cerina* (Teloschistaceae) in North and Central America. *The Bryologist* 110: 798–807. [https://doi.org/10.1639/0007-2745\(2007\)110\[798:NOCCTI\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1639/0007-2745(2007)110[798:NOCCTI]2.0.CO;2)
- Wirth V., Hauck M. & Schultz M. 2013. Die Flechten Deutschlands, vols. 1–2. Verlag E. Ulmer, Estucardia.